

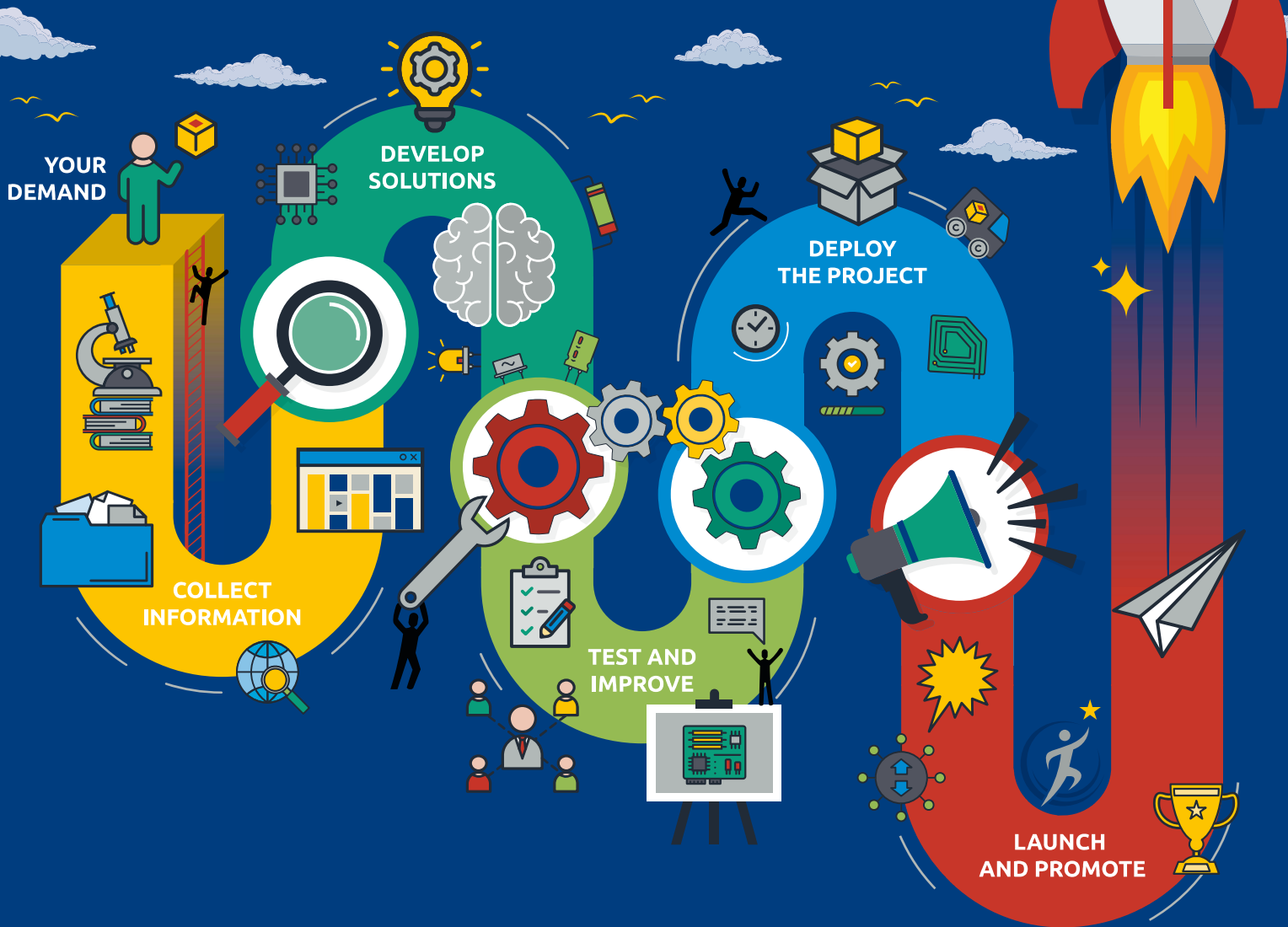
# PC & Industrie

Zeitschrift für Mess-, Steuer- und Regeltechnik

Schwingquarz oder Oszillator?

## Get the right Timing

WDI AG, Seite 15





Highrunner waren, mittlerweile nur noch schwer zu beschaffen oder stehen kurz vor der Abkündigung, sodass man geradewegs auf ein zeit- und kostenintensives Re-Design zusteuert. Kurz nach Produktionsstart wäre das fatal. Für neue Designs sollte sowohl bei Schwingquarzen als auch bei Oszillatoren auf die mittlerweile sehr gängigen SMD-Bauformen 3,2 x 2,5 mm und kleiner gesetzt werden. Größere Bauformen und Taktgeber in THT-Gehäuse stehen bei den meisten Herstellern kurz vor der Abkündigung und Beschaffungsprobleme sind eigentlich schon vorprogrammiert.

Doch zunächst stehen die Anwender während der Entwicklung immer wieder vor derselben Frage: Schwingquarz oder Oszillator?

## Der Oszillator

Oszillatoren bieten dem Entwickler eine werksseitig optimal abgestimmte Komplettlösung. Sämtliche für eine Oszillatorschaltung benötigten Komponenten sind in einem kompakten Gehäuse vereint und herstellerseitig optimal aufeinander abgestimmt. Im Vergleich zu einer Oszillatorschaltung mit Schwingquarz und diskreten Bauteilen entfällt hier die meist aufwendige Abstimmung zur Optimierung der Oszillatorschaltung, was die Entwicklung erheblich vereinfacht und somit viel Zeit und Geld einsparen kann. Gerade bei geringeren Stückzahlen kann es daher aus wirtschaftlicher Sicht gesehen sinnvoller sein, den Entwicklungsaufwand durch den Ein-

satz eines Oszillators zu reduzieren. Herkömmliche Quarzoszillatoren (XO) sind in einem sehr weiten Frequenzbereich und mit einer Frequenzstabilität von gängigen 50ppm oder 25ppm, aber auch mit bis zu 10ppm erhältlich. Für Anwendungen, die ein exakteres Signal erfordern, kann eine bessere Stabilität noch durch verbesserte Kristallschneidprozesse oder den Einsatz einer Temperaturkompensation (TCXO) bzw. eines Ofens (OCXO) erreicht werden. Auf diese Weise kann die Frequenzstabilität auf bis 0,5ppm und sogar bis in den ppb-Bereich gesenkt werden. Erhältlich sind Oszillatoren noch in nahezu allen gängigen SMD- und THT-Bauformen. Dank der immer fortschreitenden Miniaturisierung der Halbleiterprozesstechnik findet ein kompletter Quarzoszillator heutzutage in Gehäusen mit Baugrößen bis hinunter zu 1,6 x 1,2 mm Platz. Sie können dem Anwender eine enorme Platzersparnis bieten, was gerade bei sehr kompakten Anwendungen, wie beispielsweise Wearables, ein ausschlaggebendes Argument ist.

## Der Schwingquarz

Soll ein kostengünstiger Schwingquarz verwendet werden, muss die Oszillatorschaltung selbst aufgebaut und an den Resonator angepasst werden, um die Anschwingensicherheit und die Stabilität über den gesamten Arbeitstemperaturbereich sicherzustellen.

Der Einsatz von Schwingquarzen kann nicht nur bei anspruchs-

vollsten Schaltungen einen erheblichen Mehraufwand bedeuten und ist somit eher bei größeren Stückzahlen und ausreichend Platz auf der Leiterplatte die wirtschaftlich klügere Variante.

## Aufbau der Oszillatorschaltung mit einem Schwingquarz

In den meisten Fällen findet die Pierce-Oszillatorschaltung, wie in Bild 1 zu sehen, Verwendung. Die Kondensatoren  $C_1$  und  $C_2$  müssen so gewählt werden, da

	Schwingquarze	Oszillatoren
<b>Notwendige Angaben</b>	Bauform (SMD oder bedrahtet, welche Abmessungen)	Bauform (SMD oder bedrahtet, welche Abmessungen)
	Frequenz in kHz oder MHz	Frequenz in kHz oder MHz
	Arbeitstemperaturbereich in °C	Arbeitstemperaturbereich in °C
	Frequenztoleranz bei +25 °C in ppm	Frequenzstabilität über den Arbeitstemperaturbereich in ppm
	Frequenzstabilität über den Arbeitstemperaturbereich in ppm	Ausgangssignal (HCMOS, LVPCL, LVDS etc.)
	Lastkapazität in pF	Versorgungsspannung (5 V, 3,3 V, 1,8 V etc.)
<b>Wünschenswerte Angaben (wenn bekannt)</b>	Empfehlung des IC-Herstellers / vollständige Typen-/Herstellerbezeichnung	Vollständige Typen-/Herstellerbezeichnung
	Max. ESR Wert in Ω	Jitter (max. / typ.) in pS
	Ziehbarkeit (Pullability) in ppm/pF (über definierten Bereich in pF)	Symmetrie (40/60, 45/55)
	Schwingungsart (Grundton/Oberton)	Rise & Fall-Time (Anschwingzeit) in nS

**Tabelle 1: Angaben von Schwingquarzen und Oszillatoren, die zur korrekten und vollständigen Spezifikation gemacht werden sollten**

Auslegung der Oszillatorschaltung passen und die Quarzhersteller müssen die benötigte Last kennen, um den Quarz in der gewünschten Mittenfrequenztoleranz zu kalibrieren. Wird beispielsweise ein Quarz mit einer Lastkapazität  $C_L$  von 12 pF benötigt, aber der verwendete Quarz hat einen  $C_L$  von 30 pF, kann dies zu erheblichen Problemen führen, denn bei jeder Abweichung vom Soll schwingt der Quarz nicht mehr auf seiner vorgegebenen Nennfrequenz. Daraus können sich schnell Frequenzabweichungen von deutlich mehr als 100ppm ergeben und im schlimmsten Fall kann es durch Aufsummierung in der Toleranzkette dazu kommen, dass sich im Betrieb über Temperatur (z. B. über -40~+85 °C) Schwingquarz und MCU nicht mehr „verstehen“, was zum Ausfall der Oszillatorschaltung führen kann.

### Kapazitive oder serielle Last

Die Unterscheidung zwischen kapazitiver und serieller Last wird durch die eingesetzte Oszillatorschaltung (Pierce, Coolpits, Clapp, Butler etc.) bestimmt. Das heißt, bereits mit der Auswahl der Oszillatorvariante ist auch gleichzeitig festgelegt, ob eine kapazitive oder serielle Last benötigt wird. In der Entwicklung muss nun also bestimmt werden, für welche Last die Oszillatorschaltung ausgelegt wurde.

### Parallelquarz

Ein Quarz, der vom Hersteller für den Betrieb mit kapazitiver Last kalibriert wurde, wird als „Parallelquarz“ bezeichnet. Typische „parallele“ Lastkapazitäten bewegen sich im Bereich von 8 pF bis 32 pF. Quarze im Metallgehäuse (HC49/U, HC49/S, HC49/S-SMD usw.) sind

meist zwischen 16 pF und 20 pF kalibriert, wobei ein sehr gängiger Wert in der Distribution 18 pF ist. Quarze im SMD-Keramikgehäuse (7 x 5, 5 x 3,2, 3,2 x 2,5 usw.) werden überwiegend zwischen 8 pF und 12 pF kalibriert, wobei 12 pF in der Distribution am gängigsten sind. Durch die tendenziell kleineren Lastkapazitäten können die Werte der verwendeten Parallel-Kondensatoren niedriger gewählt werden, was sich positiv auf das Anschwingverhalten des Quarzes auswirkt.

Zur Berechnung von  $RL_{max}$  benötigt man die gesamte Lastkapazität  $CL_{ist}$  für den Quarz in der Schaltung.  $CL_{ist}$  lässt sich mit Formel 1 abschätzen.

### Serieller Quarz

Ein Quarz, der vom Hersteller für den Betrieb mit serieller Last kalibriert wurde, wird als „serieller Quarz“ bezeichnet. Das Einsetzen eines „seriellen Quarzes“ in eine Oszillatorschaltung, die für einen „Parallelquarz“ entwickelt wurde, und umgekehrt, führt zu einer Frequenzverschiebung (frequency shift) und kann zu erheblichen Problemen in Funktionalität der Oszillatorschaltung führen.

### Gut zu wissen

Nähere Informationen zum Aufbau der Oszillatorschaltung sowie wichtige Hinweise zur Spezifikation des benötigten Schwingquarzes lassen sich in der Regel in den Datenblättern der jeweiligen Mikrocontroller

finden. Unterstützung bei der Auswahl des, sowohl wirtschaftlich als auch technisch gesehen, idealen Taktgebers für Ihr System, bieten die Spezialisten der WDI AG. Ob Neu-Design oder Re-Design – schon ab dem Design-In ist WDI behilflich, zeigt baugleiche Alternativen und „Second Sources“ auf und empfiehlt besonders gängige Bauformen und Spezifikationen - von der Erstbemusterung und eventuell notwendigen Schaltungsanalyse, über die Prototypen- und Vorserienbelieferung bis hin zur klassischen Distributionsdienstleistung während der Serienfertigung.

### Quarzfinder

Mit seinem Quarzfinder bietet das Unternehmen dem Anwender ein nützliches Online-Suchwerkzeug um ihn aktiv bei der Auswahl des für ihn richtigen Quarzes, Resonators, Oszillators oder Real-Time-Clock-Moduls zu unterstützen. Unter [www.quarzfinder.de](http://www.quarzfinder.de) sind mehr als 1.000 Produkte inklusive der dazugehörigen Datenblätter zu finden. Auf einen Blick erhält der Interessent sämtliche bei WDI erhältlichen Frequenzgeber, aufgelistet nach Spezifikationen. Neben der Möglichkeit, nach vorhandenen Spezifikationen zu filtern, wird die Produktsuche zusätzlich durch die Recherchefunktion „Cross-Reference“ erleichtert. Anhand des Herstellers bzw. Anbieters oder der Produktserie werden alle bei WDI verfügbaren baugleichen Alternativen aufgezeigt. ◀

$$CL_{ist} = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} + C_{Chip} + C_{Streu}$$

Beispiel:

$$CL_{ist} = \frac{20pF \cdot 20pF}{20pF + 20pF} + 5pF + 1pF = 16pF$$

$C_{Chip}$  = parasitäre Kapazität, kann man mit 5pF annehmen

$C_{Streu}$  = pauschale Annahme 1pF

**Formel 1: Berechnung von  $RL_{max}$**